

## PRESENTACIÓN DE CARTOGRAFÍA DINÁMICA ANIMADA. ATLAS ELECTRÓNICO INTERACTIVO DEL CLIMA

D. Gabriel Gómez Moreno<sup>1</sup> y D. Manuel Pérez Rodríguez<sup>2</sup>

La representación cartográfica se basa, genéricamente, en la presentación sobre una superficie plana en general (papel, vidrio, etc.), de un fenómeno geográfico. La localización espacial del suceso y el propio fenómeno en sí constituyen las dos características inseparables que, gráficamente, se resuelven mediante una proyección, en su aspecto espacial, y una simbología en su aspecto temático.

Nos hemos referido hasta el momento a un hecho tridimensional que nos vincula a un momento concreto en el tiempo, siendo necesario poner de manifiesto tanto la fecha en que se tomaron los datos como la de publicación del mapa. Pero, cualquier fenómeno geográfico sufre variación y, del mismo modo, su representación cartográfica debe considerar esta faceta. Surge de este modo la necesidad de incorporar una cuarta dimensión, el *Tiempo Cronológico*.

Este carácter dinámico que se encuentra en la totalidad de los fenómenos cartografiados y que nos obliga a la introducción de la variable tiempo en la representación, presenta dos vertientes diferenciadas. Existen fenómenos que sufren una Evolución, Transformación o Desarrollo en el Tiempo, y existen otros cuyo dinamismo viene dado por un Desplazamiento, Movimiento o Flujo entre dos posiciones y a lo largo de un periodo de tiempo, pudiendo ser con un carácter histórico, o bien, además de histórico con un carácter cíclico.

En las siguientes figuras, aparece un ejemplo correspondiente a la representación de un fenómeno que sufre evolución o transformación (Evolución de las temperaturas medias entre Septiembre y Octubre), y de otro que sufre un desplazamiento (Avance de un frente de guerra en la península de Crimea)

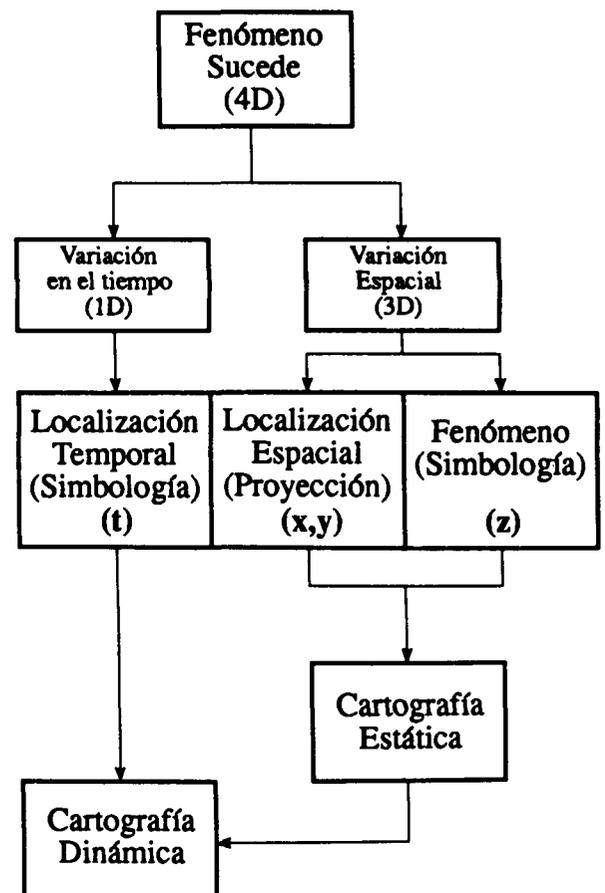


Figura 1.

(1) E. U. de Ingeniería Topográfica. Universidad Politécnica de Madrid.

(2) E. U. de Ingeniería Topográfica. Universidad Politécnica de Madrid.

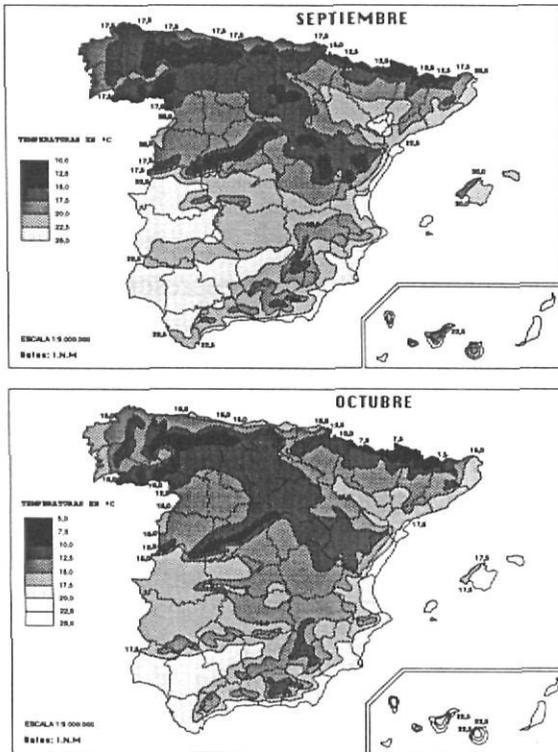


Figura 2.

## NECESIDAD / OBLIGACIÓN DE OBTENER UN NUEVO TIPO DE REPRESENTACIÓN

Una vez vistas las diferencias entre los tipos de cartografía dinámica existentes, han de resaltarse dos cuestiones importantes a la hora de desarrollar el trabajo.

1 - La introducción de la variable tiempo hace confusa la representación gráfica en general. Prueba de ello lo encontramos en aquellas representaciones dinámicas donde el fenómeno se produce con una gran variedad, superponiéndose y creando confusión, como por ejemplo las representaciones del cambio de un frente de guerra. El empleo de flechas, como elemento gráfico que determina el desplazamiento, hace que la atención del lector se disperse, debido a la incomodidad en la lectura de las mismas y a la excesiva aglomeración de información en el mapa.

2 - Esa incomodidad en la lectura de la información aparece también en la presentación de un aspecto dinámico mediante una o varias imágenes estáticas. Un ejemplo puede ser el caso de los mapas isocoropléticos, donde la necesidad de observar la variación en el tiempo, (movimiento de un anticiclón en un mapa meteorológico), hace inevitable consultar varios mapas, ya que la superposición de los mismos haría imposible su interpretación, perdiéndose en muchos casos las referencias de posición de las isolíneas entre los diversos mapas.

Es decir, podemos afirmar, que la representación del dinamismo que llevan intrínsecos los fenómenos cartografiables, demanda la integración de la cuarta dimensión **Tiempo**, en cuanto a su variación en la forma de representación; pero, por otro lado, esa incorporación va a producir una serie de problemas en el resultado final del documento cartográfico. Como intento de solución a estos problemas se ha trabajado en la presentación de cartografía dinámica mediante técnicas de **animación**.

## CARTOGRAFÍA DINÁMICA ANIMADA: CONCEPTO Y TIPOS DE REPRESENTACIÓN

Entendemos por Cartografía Dinámica Animada aquel tipo de Cartografía Dinámica que nos permite visualizar, en forma de imagen en movimiento, la evolución de un fenómeno en el tiempo. Se utiliza para ello la superposición de diferentes representaciones estáticas en un mismo espacio físico, y en una sucesión continuada en el tiempo, sirviéndose de técnicas similares a las de la realización cinematográfica o de dibujo animado. Este es un tipo de Cartografía que se concibe como **complemento** a las representaciones tradicionales del dinamismo, y nunca como un sustitutorio de estas.

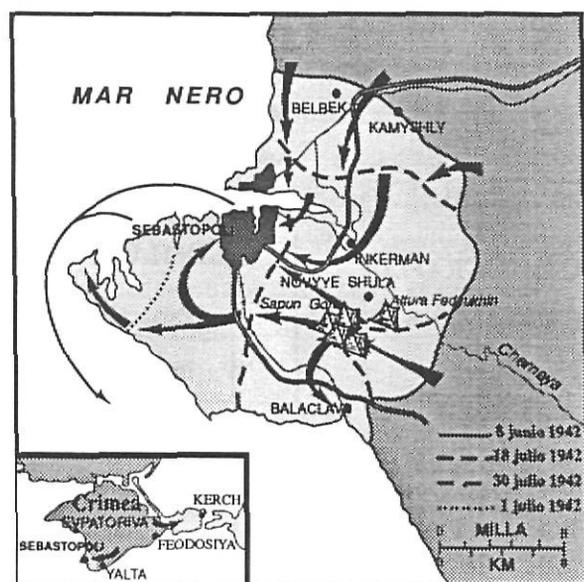


Figura 3

Al igual que en las representaciones estáticas de fenómenos dinámicos, donde hay establecidos una serie de diferentes tipos de realizaciones en la Cartografía Dinámica Animada, surge la necesidad de proyectar una clasificación parecida procedente de la ya existente para la Cartografía Dinámica Estática o por lo menos determinar cuál de las ya establecidas se pueden asimilar por la Cartografía Dinámica Animada.

No todas las representaciones estáticas son asimilables directamente por la Cartografía Dinámica Animada y ello se debe, lógicamente, a que alguna de éstas nos presenta el dinamismo de forma indirecta teniendo el lector del mapa que deducir el movimiento o evolución del fenómeno a través de una serie de mecanismos (ratios absolutos o relativos), o mediante la asimilación de valores numéricos con destinos o procedencias a partir de diagramas.

Sin embargo, a pesar de esto, en uno y otro caso la asimilación es posible bien directamente, o bien a través de otros recursos técnico-

gráficos, que permitan nuevas representaciones para las no asimilables de forma directa, siendo esto dependiente, en gran medida, de la capacidad e ingenio del Cartógrafo.

De cualquier manera, una vez resuelto el problema anterior de la elección del tipo de representación para nuestro trabajo, y dentro ya del campo de la Cartografía Dinámica Animada debemos advertir de la posibilidad de efectuar este tipo de representación de dos formas diferentes. Esta elección vendrá condicionada por el tipo de dinamismo del fenómeno y más tarde por el tipo de representación elegida.

Así, podemos hablar de un primer tipo de Cartografía Animada en el que la evolución o desarrollo del fenómeno presentado es visualizado de forma instantánea, es decir, el recorrido total del fenómeno se realiza en un momento único en el tiempo. Podemos hablar por tanto de éste tipo de representación animada como un paso intermedio entre una representación estática y una representación animada pura, aunque mucho más cerca de ésta última; sería la denominada **Cartografía Semianimada**.

Un segundo tipo de representación en Cartografía Dinámica Animada, sería aquel en el que la variación del fenómeno a lo largo del mismo periodo de tiempo se hace a través de una serie de interpolaciones reales o creadas que nos sirven como pasos intermedios, no visualizándose en un único instante el paso desde la imagen inicial hasta la final. Es lo que llamaremos **Cartografía Animada Pura**.

La elección de una u otra modalidad dependerá del fenómeno, y del tipo de representación gráfica elegido con anterioridad, siendo muy diferentes en coste de realización y de tiempo, uno u otro.

## ENTORNO NECESARIO PARA LA CREACIÓN DE ANIMACIÓN

Este punto es básico en cuanto a la realización de Cartografía Dinámica Animada, ya que aunque la creación de animación es un tema que hubiera podido resolverse con anterioridad, mediante técnicas cinematográficas o similares, el coste de ésta no hacía rentable la producción de éste tipo de Cartografía. Ahora bien, la aparición en el mercado informático del software multimedia, y las posibilidades que nos ofrece el mismo en cuanto a la producción de animación, hace que ésta tarea se haya facilitado en gran medida. Esta mayor disponibilidad en cuanto a la creación de animación, por parte de esta nueva tecnología con respecto a anteriores, viene dada por la mayor proximidad existente entre Usuario y Máquina; hoy en día casi todo el mundo trabaja o disfruta con un ordenador, cuyo coste se ha rebajado de modo significativo.

### ANIMACIÓN POR ORDENADOR

Hasta hace relativamente poco tiempo, el uso del ordenador para la animación encontraba dificultades insalvables. La escasez de medios, tanto Software como Hardware, dedicado a animación hacía que a un usuario medio le resultara problemático el conseguir un buen resultado. El enorme crecimiento que ha experimentado el mercado Multimedia en los últimos años ha supuesto un auge en la creación de Animación por ordenador. Esto hizo que programadores y distribuidores dedicaran más atención a este campo, experimentándose un gran aumento en el mundo de las imágenes animadas, tanto en dos dimensiones, como en las visualizaciones bidimensionales de conceptos espaciales. Se puede decir por tanto, que hoy en día ya es normal el uso y empleo de un ordena-

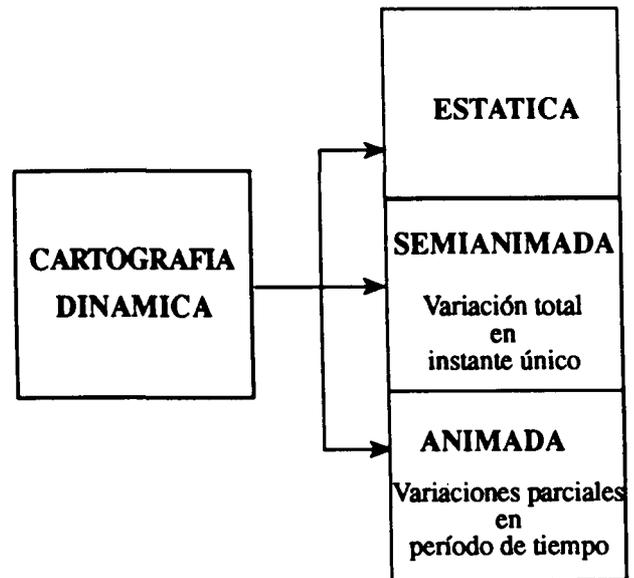


Figura 4

dor, como soporte para la realización y visualización de animaciones.

Las técnicas de animación por ordenador se pueden clasificar en tres tipos:

El primero y más sencillo consiste en relacionar gráficos diferentes por medio de transiciones o slide show. El efecto de movimiento en esta forma de animación se consigue por el movimiento de los propios elementos que efectúan la transición (cortinilla, fundidos, pixelados, etc.).

El segundo tipo de animación es la más parecida al cine y consiste en superponer imágenes que representan diferentes posiciones de un movimiento. Es en esta clase de animación donde la ayuda del ordenador se hace más ostensible por el ahorro de tiempo y trabajo que supone. Esta forma de animación es, quizás, la más compleja de realizar, sobre todo en su parte de creación de las imágenes, debido a que el usuario tiene que crear en

un programa de diseño gráfico o similar, cada una de las sucesivas imágenes que forman la secuencia de animación.

El tercer tipo de realización viene dado por la mezcla de los dos anteriores. Con ellas se consiguen animaciones visualmente muy completas y de gran calidad.

Desgraciadamente en esta nueva técnica no todo son facilidades. Existen algunos problemas que se presentan frecuentemente y que conviene destacar.

El principal problema es la limitada capacidad de velocidad y memoria de nuestros ordenadores. Cuando intentamos mover una imagen relativamente grande de un lado a otro de la pantalla observamos un defecto de barrido horizontal, debido a la incapacidad del ordenador para redistribuir la información con la suficiente rapidez como para engañar a nuestro ojo. En general, el tiempo de refresco de una pantalla de ordenador es igual a 66,4 ciclos por segundo. Esta es una velocidad más que suficiente para un efecto de animación, pero una imagen que ocupa toda la pantalla (640 x 480 pixels), ocupa más de un Megabyte de memoria, y el ordenador no puede direccionar toda esa información con la suficiente velocidad. El software multimedia, además de su aplicación base para la creación de Animación, presenta subaplicaciones de aceleración de ficheros, pudiendo aumentarnos la velocidad de animación hasta 300 frames por segundo, aunque esta solución no es totalmente satisfactoria si no existe un ordenador con un procesador adecuado.

Otro problema importante es la necesidad de una memoria RAM grande, siendo necesarios al menos 8 Mb para que se produzcan resultados satisfactorios.

La solución a estos problemas es incorporar tarjetas de refresco de pantalla por un lado y de aceleración de los procesos, por otro; otras soluciones más simples pueden ser; la reducción del espacio ocupado por nuestra animación mediante la eliminación de imágenes, o bien la disminución del tamaño de las mismas.

## LA SECUENCIA DE IMÁGENES

Una vez establecido el entorno de trabajo que nos permite la creación de animación, podemos pasar al siguiente paso, que viene dado por la necesidad de obtener las imágenes que van a producir la animación.

Se puede decir que este paso resulta el más complicado de todos los que integran el proceso de elaboración de Cartografía Dinámica Animada. Se debe, como cabe esperar, al rigor técnico-científico que necesita la información referente al fenómeno, la cual tiene una gran densidad y una naturaleza métrica de gran precisión. Este tema se debe tratar de un modo general, ya que puede variar mucho, dependiendo del tipo de representación que se quiera efectuar: mapas dinámicos mediante flechas, animación de un mapa de isocronas, tratamiento de la evolución dinámica de un fenómeno mediante imagen final e inicial, etc. También entran en juego el modelo de visualización que se quiera efectuar, pudiendo ser ésta del modo de variación completa en un instante único o que la variación se refleje en una sucesión de imágenes en el tiempo.

Concretando la cuestión podemos decir que la obtención de las imágenes que formarán la secuencia de Animación vendrá determinada, en primer lugar, por el tipo de representación efectuada:

Variación total en instante único: En este caso únicamente se necesitará de la creación de

una imagen intermedia. En ella se recoge la diferencia entre las imágenes inicial y final.

Variaciones parciales a lo largo de un periodo de tiempo. En este caso necesitaremos de la creación de varias imágenes intermedias que nos lleven de la imagen inicial a la final, con objeto de obtener una ilusión de imagen en movimiento.

Dentro de este tipo de representación podemos establecer una subclasificación teniendo en cuenta que la creación de estas imágenes intermedias se realice partiendo de datos reales, creación de Cartografía real, o bien, mediante interpolaciones gráficas en los casos que no existan datos reales intermedios entre ambas imágenes.

Se debe poner de manifiesto que el número de imágenes necesarias para la realización de la película animada, en el caso de variaciones parciales, vendrá determinado en mayor medida por el aspecto técnico de la animación, es decir, la necesidad de crear un número mínimo de imágenes donde las diferencias entre ellas sean mínimas, con objeto de obtener una percepción visual de imagen en movimiento y no de una serie de imágenes secuencialmente dispuestas y muy parecidas. En este punto tiene una vital importancia el parámetro **velocidad de la animación**.

La velocidad con que se proyecta la película animada viene dada por el número de Frames que son visualizadas por segundo. Podemos hablar de velocidad de la película y número de imágenes intermedias como dos parámetros interdependientes. No es posible determinar la velocidad de la animación sin conocer previamente el número de imágenes intermedias que forman la secuencia. Por otro lado, el número de imágenes intermedias va a venir determinado de la misma forma por la velocidad a la que se quiera proyectar la película. Una mayor velocidad nos permitirá un

menor número de imágenes, mientras que la disminución de la misma nos obligará a crear un número mayor de imágenes, con el fin de poder visualizar la película de una manera más suave. De modo general, podemos decir que número de imágenes y la velocidad de proyección de la animación del fenómeno vienen determinados en diferente medida por el tipo de representación escogida y teniendo en cuenta que esta sólo se tratará en el caso de variaciones parciales.

Como dato fiable se puede decir que, empíricamente, se ha demostrado la dificultad que entraña para el usuario el seguimiento de una imagen que se encuentra en movimiento, y consecuentemente su análisis. Cuando en el movimiento aparecen más de tres o cuatro elementos gráficos relevantes desplazándose por la pantalla, un lector no acostumbrado a la visualización de este tipo de Cartografía pierde el control de la globalidad del fenómeno, desperdiándose las posibilidades que conllevan este tipo de representaciones.

Por lo tanto, obviando en este momento el tema de la generalización necesaria en este tipo de representaciones, el cual se explicará más adelante, y teniendo en cuenta la dificultad en cuanto a visualización de la imagen cartográfica en movimiento por parte del usuario, en mayor o menor medida acostumbrado a la observación de la misma, se puede afirmar que la observación empírica nos ha llevado a la conclusión de que la velocidad de las animaciones en Cartografía Dinámica Animada no debe ser excesiva.

De cualquier modo, y como se ha puesto de manifiesto con anterioridad, será muy distinto el tratamiento que se pueda realizar de una animación de un mapa de isolíneas en el que aparecen diferentes superficies de nivel determinando variaciones de un único instante, sobre una superficie base variable, que el tratamiento a rea-

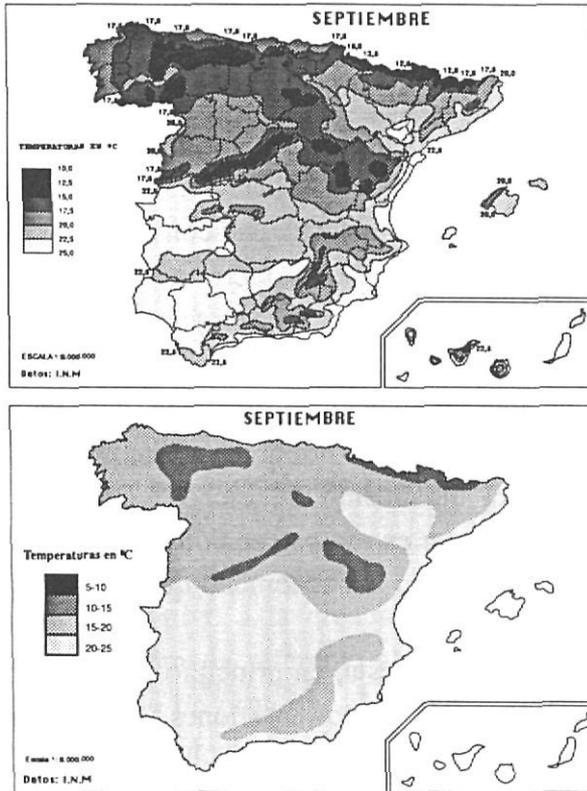


Figura 5.

lizar en un mapa de isocronas donde tendríamos una única superficie que centraría toda la atención.

A modo de resumen se puede decir que la **velocidad de animación** y el **número de imágenes intermedias** son dos **parámetros interrelacionados**. Mayor número de imágenes intermedias permite una mayor velocidad de visualización y viceversa. Ambos van a depender del tipo de representación gráfica utilizado para la expresión del dinamismo; la **correlación justa** será aquella que tenga en cuenta factores como son el de realización, en cuanto a **costes** de elaboración, y por otro lado el de **visualización** adecuada que permita al usuario **captar** de forma global la imagen en movimiento y lo que de ello se pueda extraer. De cualquier modo, las necesidades de proseguir con un estudio empírico mucho más amplio y la adquisición de un mayor experiencia en este campo

son evidentes y por lo tanto dignas de seguir trabajando sobre ellas, a medida que la evolución de hardware y sobre todo software se vaya produciendo.

## GENERALIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN

Anteriormente se ha señalado uno de los problemas que presentaba la Cartografía Dinámica tradicional: el empaste gráfico que suponía la adición de la cuarta dimensión tiempo. El tratamiento que se realiza para la solución de este problema en la animación del dinamismo viene resuelto por el método en sí mismo, ya que la inclusión de esta dimensión se hace de un modo más favorable, presentando, única y exclusivamente, en cada instante la situación real que le corresponde al fenómeno. De este modo, pasamos de tener una imagen estática, donde se deben observar las diferentes posiciones del fenómeno a lo largo del período de estudio, a una imagen en movimiento donde en cada instante se visualiza una imagen, siendo esta de forma continua en el tiempo.

La aplicación de esta metodología presenta algunos requerimientos en cuanto al nivel de información existente en la imagen animada. Disminuimos el empaste gráfico mediante la representación animada, pero se nos presenta el inconveniente de tratar una imagen no estática, y lo que ello conlleva: necesidad de determinar un número mínimo de elementos gráficos en movimiento que permitan la visión global del dinamismo del fenómeno.

Por tanto, el último requerimiento o condicionante técnico, si cabe mucho más importante que los dos primeros (velocidad de la animación y número de imágenes intermedias) y del cual se ha hecho referencia con anterioridad, es el de la **generalización**. Esta va a venir determinada

por dos vías muy claras de actuación: la primera en cuanto a la cantidad de información que va existir durante la animación, y, por otro lado, la que viene determinada por la necesidad, en algunos casos, de una generalización de las formas representadas, ya que el detalle fino que se requiere y es necesario en una representación estática es de todo punto excesivo en nuestro tipo de representación animada. Se debe permitir al lector cartográfico que preste una atención global al desarrollo de la animación y no centrar su atención en puntos concretos de información no excesivamente relevante. Detengámonos un momento en esta doble acepción:

- Generalización en cuanto a la cantidad de información:
  - Datos alfanuméricos, toponimia, valores de intervalos. Es aconsejable en algunos casos reducir al mínimo e incluso obviar durante el proceso de animación.
  - Número de intervalos (en el caso de que los haya). Este requisito vendrá dado en aquellos tipos de representaciones donde se hayan de presentar los diferentes valores de un mismo suceso mediante intervalos. El paso de la Cartografía Dinámica Animada vendrá dado por una disminución a 3,4 o 5 intervalos a lo sumo.
  - Desaparición de simbología adyacente. Al igual que la toponimia o los datos alfanuméricos es aconsejable la reducción al mínimo de la simbología no estrictamente referida al aspecto dinámico.
- Generalización gráfica:
  - Esta se efectuará en aquellos casos en que fuera oportuno realizar una generalización de los elementos gráficos que determinan el tipo de

representación. Una generalización a una escala cuatro veces menor será suficiente en la mayoría de los casos.

Llegados a este punto se nos puede crear la siguiente interrogante. ¿Es aconsejable la pérdida parcial o total, según fuere necesario, de este tipo de información, de otro modo necesaria para la adquisición de la visión global del fenómeno, no ya solo en su aspecto dinámico, sino en referencia a los aspectos políticos o físicos que influyan en el dinamismo de dicho fenómeno, con objeto de ganar en esa percepción más integral del aspecto dinámico del fenómeno que nos ofrece la animación?

La respuesta, en principio, podría ser negativa. Pero he aquí dos cuestiones fundamentales. La primera es que la pérdida de información es parcial y de un modo temporal, durante el transcurso de la animación. Por otro lado debemos dejar claro que el objeto de este tipo de Cartografía no es el de hacer una presentación detallada de la información, sino de representar con mayor ímpetu y de una forma más cercana a la realidad el aspecto dinámico de los fenómenos que son cartografiados. Con objeto de que no se produzca pérdida de información que pueda ser de interés para su correlación con la intrínsecamente dinámica, se advierte la necesidad de crear unas imágenes inicial y final con un contenido total de información, donde el usuario pueda adquirir esa información detallada del fenómeno y no únicamente la visión global dinámica. Se puede decir, por tanto, que surge la Cartografía Dinámica Animada como complemento y en apoyo de la Cartografía Estática tradicional, a la cual no pretende en ningún momento sustituir.

## PROYECTOS REALIZADOS. BASE CARTOGRÁFICA. NATURALEZA Y CARACTERÍSTICAS

Una vez establecidas las bases teóricas y el entorno de trabajo para la creación de Cartografía Dinámica Animada, el siguiente paso será la aplicación de las conclusiones teóricas anteriores, a una serie de proyectos de realización, con objeto, por un lado, de contrastarlos prácticamente mediante procesos de realización a nivel prototipo y, por otro, la evaluación de tiempos y costes de realización.

Un bloque de estudio y análisis fundamental será el relativo a la creación de Cartografía Dinámica Animada referente al Clima, mediante la creación de un prototipo de **Atlas Electrónico del Clima** con objeto de su posterior implementación en un capítulo de un Atlas, referido al mismo tema, el cual se desarrollará dentro del ámbito de la tecnología Multimedia. La base física de referencia, será la que nos determina el marco político de España. En éste, se han estudiado con detenimiento y en profundidad los aspectos dinámicos del clima referentes a Temperaturas y Precipitaciones en su evolución a lo largo del año.

Se debe tener en cuenta la naturaleza de los datos referidos al fenómeno cartografiado, los cuales tienen un carácter de **síntesis estadística** y lo que ello representa al alejarnos en cierto modo de la realidad completa del fenómeno. La cartografía climática se encuadra dentro de las de carácter específico o monotemáticas. Su representación sintetiza una serie de observaciones realizadas en una posición temporal concreta, y sobre un ámbito espacial definido previamente, proporcionándonos una imagen sintética o abstracta del fenómeno geográfico en cuestión.

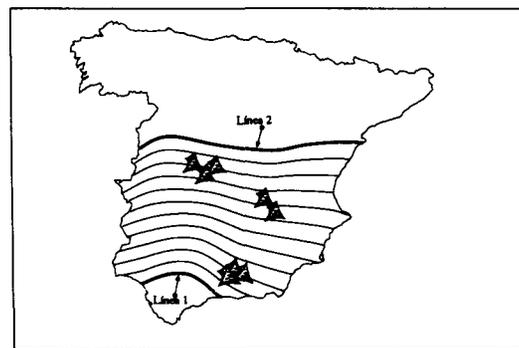


Figura 6.

La síntesis del conjunto de datos estadísticos, es analizada de modo cuantitativo, y su observación realizada de forma puntual a lo largo de toda la superficie. De este modo el tipo de representación más adecuado, como ya se ha comentado con anterioridad, es mediante un mapa isocoroplético.

Por otro lado, el clima y los fenómenos a él referidos pertenecen dentro de la clasificación efectuada para la Cartografía Dinámica, al tipo de los que sufren evolución, transformación o desarrollo, siendo su estudio realizable desde un punto de vista histórico (de período largo), o bien, a través de su variación cíclica (período corto de duración anual). La representación estática tradicional corresponde a la presentación de una imagen inicial y final que nos determina la variación sufrida por el fenómeno bien de forma mensual, o también a través de los trimestres que determinan las estaciones climáticas. Esta representación estática se puede considerar como una aproximación, la cual ha de superarse con las posibilidades a nuestro alcance, con objeto de destacar con mayor relieve el dinamismo que lleva intrínseco el fenómeno climático.

Estudiando en detalle cualquier fenómeno climático, es fácil observar cómo el dinamismo es una de las características más importantes, y

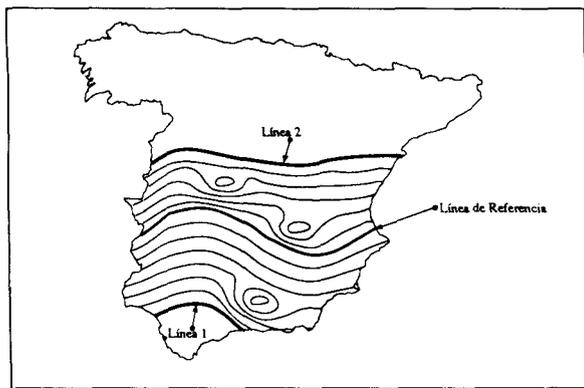


Figura 7.

que, pese a las dificultades que conlleva su representación mediante animación, esta nos es demandada con energía. La representación animada de los aspectos climáticos, mediante técnicas multimedia, globaliza la problemática existente para este tipo de representación, y es donde más claramente sirve su aplicación como base de estudio y análisis en cuanto a las posibilidades de obtención de la misma.

El análisis de la información para ser presentada dinámicamente, se ha realizado mediante el método de Secuencia de Imágenes o Variaciones Parciales a lo largo de un periodo de tiempo. Esto nos obliga, por tanto, a la realización de imágenes intermedias, las cuales se han obtenido a partir del método de interpolación gráfica, aunque considerando la influencia de los grandes accidentes geográficos nacionales cuya acción sobre la incidencia de las variables climáticas en el país se ha demostrado abrumadora.

## INTERPOLACIÓN GRÁFICA. CONSIDERACIONES.

En el caso que se presenta en la siguiente figura, tenemos dos líneas que definen las superficies de nivel en su posición inicial (1) y final (2). La interpolación gráfica es correcta desde el punto de vista técnico, pero no respecto a la evolución

del fenómeno. Estudiando el fenómeno, se puede ver que es imposible que éste se desarrolle de la manera tal y como se ha producido la interpolación. Presupondría en el caso que se trata, temperaturas y precipitaciones, que no existe ninguna variación en su desarrollo, siendo este de carácter lineal, no siendo cierto de ninguna de las maneras, pues en este ejemplo deberíamos tener en cuenta elementos orográficos tales como las cuencas de los ríos Guadalquivir, Guadiana y Tajo, y los sistemas montañosos insertos en la Meseta Central y, por supuesto toda la Costa Mediterránea.

Observando la figura anterior, su puede deducir que los movimientos de las superficies de nivel, se van a producir de acuerdo a la orografía del terreno, ya que si estudiamos una miniregión en detalle, podemos observar que, a mayor altitud tendremos menores temperaturas y viceversa. Ahora bien, ¿cómo podemos determinar cuál sería la línea intermedia que determina la superficie de nivel equidistante entre la superficie inicial y la final?. Una solución sería mediante la realización de cartografía real intermedia equidistante entre ambas imágenes bases, obteniendo de esta manera una referencia o ayuda de cómo se desarrolla el fenómeno en la zona intermedia.

De este modo podemos obtener una guía o referencia que nos indica por dónde evoluciona el fenómeno, y cuál es el discurrir de la isolinea, la cual, en el caso de las temperaturas puede observarse que lo hace de acuerdo a la orografía del terreno. Siguiendo este proceso, se puede realizar una interpolación más cercana a la realidad, y con una muy pequeña interpretación del fenómeno, la cual, de cualquier modo, no debe escaparse a la percepción del cartógrafo.

De una manera sencilla, como es la de crear una única cartografía real intermedia, podemos acercarnos de una manera precisa a la realidad del

fenómeno, sin necesidad de realización de una excesiva cartografía real intermedia. Pero se puede llegar aún más lejos, ya que la necesidad de una alta precisión en la creación de cartografía intermedia, no nos lleva demasiado lejos en cuanto a una mejor visualización del fenómeno de forma animada, pudiendo decirse que esta puede ser obviada siempre y cuando la creación sin cartografía intermedia real, sea realizada con suficientes elementos de referencia en las imágenes inicial y final. Estos elementos de referencia pueden ser aquellas líneas que delimitan superficies de nivel intermedias de entre los intervalos utilizados en la imagen animada. Por ejemplo, entre las superficies de nivel de valor 10 y 20, podríamos tener la superficie de nivel 15, que no aparecerá en la representación animada, debido a la generalización, pero que se podría haber obtenido en la generación de la cartografía base y luego haberla hecho desaparecer en la generalización previa de información, sirviéndonos en este caso como referencia para efectuar la interpolación.

Ahora se tiene un elemento de referencia para nuestro trabajo de interpolación, el cual, prácticamente se ajusta a la realidad del fenómeno, siendo ésta la forma de obviar el paso de realización de Cartografía real intermedia, ya que las diferencias son mínimas entre una y otra, y de cualquier modo aceptables.

### ORGANIZACIÓN Y ESTRUCTURACIÓN DE LA INFORMACIÓN

Esta viene determinada por la calidad y cantidad de información que se vaya a incluir en el mapa, siendo en nuestro caso los aspectos Temperatura y Precipitaciones los más destacados. De estos se tenía cartografía básica, en valores me-

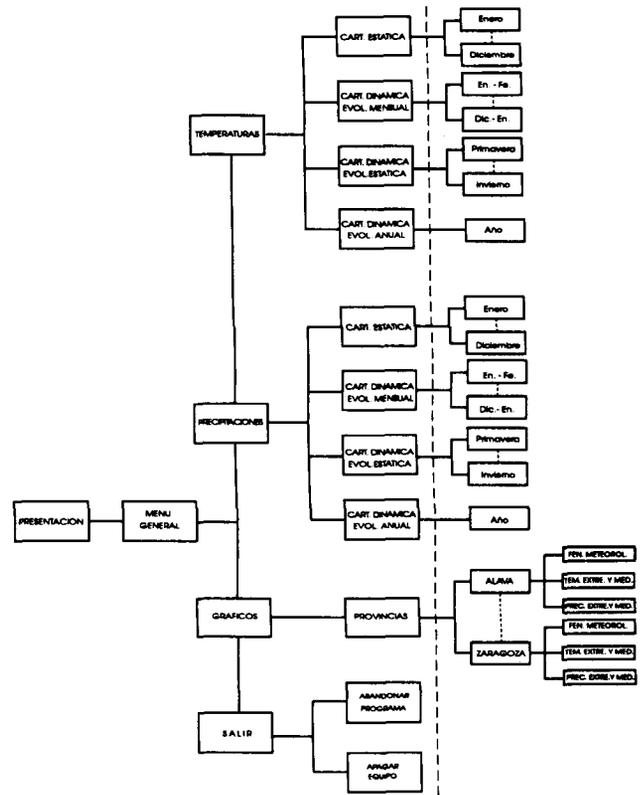


Figura 8.

dios, mes a mes, además de su correspondiente cartografía dinámica animada, la cual ha servido como estudio de las posibilidades de obtención de la misma.

En otro sentido se ha creído importante la introducción en este prototipo de Atlas Electrónico del Clima de otro tipo de información no estrictamente cartográfica, como es el caso de los gráficos mediante diagramas de barras, que nos determina la sucesión de los fenómenos climáticos (Nº de días medios por cada mes de Sol, Granizo, Niebla, Lluvia, Nieve, Helada, Cubiertos o Despejados, así como valores máximos, medios y mínimos de Temperaturas y Precipitaciones). Estos datos están referidos a las capitales de provincia y su obtención se ha realizado, a través del Instituto Nacional de Meteorología. A partir de estos datos, se ha estructurado la información dentro del conjunto del programa según el siguiente cuadro.

## OTROS EJEMPLOS DE CARTOGRAFÍA DINÁMICA ANIMADA

Otro bloque de trabajo fundamental para el estudio de las posibilidades de obtención de Cartografía Dinámica Animada vendrá dado por la realización de dos mapas animados. Uno, que presenta una hipotética deriva continental, y otro, concerniente a la representación de los distintos avances sufridos por un frente de guerra durante la Segunda Guerra Mundial.

La representación del desplazamiento de las placas continentales y oceánicas desde el punto de vista dinámico se puede situar dentro del tipo de los fenómenos que sufren desplazamiento o traslación. Su representación en cartografía dinámica estática viene dada por la presentación de una serie de imágenes que nos determinan las diferentes posiciones que toma el fenómeno a lo largo del tiempo.

Para la realización de su correspondiente Cartografía Dinámica Animada se partía de tres imágenes estáticas; una inicial que nos situaba en una posición de hace 160 millones de años, otra intermedia que lo hace en 80 millones, y otra final que nos lleva a la situación actual. Su cartografía base, se extrajo de la "Enciclopedia of Cambridge", publicada por la misma Universidad. Su representación viene dada por la utilización del método de Variaciones Parciales en un período de tiempo determinado, y dentro de ésta por la obtención de cartografía intermedia interpolada. Esto no es debido a que, al ser un fenómeno que sufre desplazamiento, no sería factible la presentación mediante Variación Total dado el alto número de elementos que se desplazan, lo cual conllevaría una imposibilidad en la visualización de todas y cada una de las variaciones que sufre cada elemento (diferentes placas continentales), en un solo

instante. Por otro lado una vez hecha esta elección es clara y palpable la necesidad de interpolación entre imágenes, dada la no existencia de datos que permitan realizar la cartografía intermedia de forma real. Cuando hablamos de cartografía real en este caso, debemos de tener en cuenta que el fenómeno es representado a partir de una **Base teórica** y por lo tanto la cartografía base, en este caso, es confeccionada mediante la plasmación de la misma, y por lo cual sería dificultosísima la creación de imágenes intermedias reales.

El segundo ejemplo ilustrativo de esta nueva forma de representar cartografía dinámica, es la realización de un mapa animado que nos presenta los diferentes avances de un frente de guerra. Representa, la invasión de la Península de Crimea por parte del Ejército Alemán durante la Segunda Guerra Mundial (Año 1942). Su cartografía estática se obtuvo del libro "Lectura de Mapas", publicado por F. Vázquez Maure y J. Martín López.

Este fenómeno se puede englobar, como el caso anterior, dentro del grupo de los que sufren Desplazamiento, Traslación o Flujo. Se inició su elaboración en Cartografía Dinámica Animada partiendo de un mapa dinámico (estático), donde el desplazamiento de las tropas se traza mediante flechas. Las diferentes posiciones del frente, a lo largo de la invasión y en momentos precisos, vienen representadas mediante elementos lineales con distinto grafismo (línea continua, línea de puntos, línea de trazos, línea de trazo y puntos, etc.), los cuales nos delimitan las distintas superficies ocupadas en cada momento.

En este caso se optó por un tipo de representación animada que fuera mezcla de las dos posibilidades existentes, Variación Total y Variaciones Parciales. El desplazamiento de los ejércitos, a través del territorio, mediante el método de varia-

ciones parciales, donde las flechas, que representan el camino de avance de los ejércitos, seguían teniendo un papel primordial, sufriendo una variación en tamaño a lo largo de la animación. Los diferentes avances realizados, en posiciones temporales concretas, se perpetuarían en la imagen mediante una representación por variación total que nos presentaría la nueva situación existente sobre la Península en momentos determinados.

## DEBATE

La ponencia de Atlas electrónicos contó, como se puede ver en los textos precedentes, con tres demostraciones. Referimos en un único resumen las intervenciones y temas suscitados en los debates subsiguientes.

### Atlas de Catalunya

A Jaume Massó se le preguntó por la posibilidad de correlacionar dos o más mapas, interactivamente, en pantalla. La respuesta fue negativa, aunque apuntó el recurso de imprimir lo visualizado y llevar a cabo el análisis comparativo sobre soporte impreso.

Otra intervención se interesó por la carestía del producto y la posibilidad de utilizarlo, dada la insuficiente infraestructura. J. Massó citó datos muy concretos que avalan la viabilidad y el interés del proyecto: "El precio es de 15.000 pesetas. En Catalunya hay 500 escuelas con grupos de CD ROM, y se nos han pedido ya por el PIE (Programa Informático Educativo) del orden de 1.000 atlas para las escuelas de Catalunya. Se hizo un test para saber qué público tenía interés y la sorpresa ha sido comprobar que es muy heterogéneo (se hizo en dos recintos distintos: en la EXPO de Sevilla y en el CONSTRUMAT de Barcelona). Algunos datos muy expresivos son que lo piden el 3% de ingenieros industriales, geógrafos no son

los que más, hay muy pocos, tal vez por desconocimiento; los que más son técnicos, básicamente ingenieros y luego arquitectos, consultoras, y por supuesto escuelas y público en general".

La financiación del proyecto suele ser un escollo. ¿Cómo se afrontó este problema? ¿Cuál fue el costo definitivo?: "La cantidad absoluta la desconozco, diré que el tiempo invertido por el equipo del Institut Cartografic de Catalunya que trabajó en esta obra puede ser valorado en una cantidad de orden de unos 15 millones de pesetas (se hizo en un año). El aparato informático, que puede ser utilizado también para otros proyectos, está sobre el orden de los 3 millones de pesetas. En total, el Instituto se ha gastado del orden de 18 millones en el tema del atlas, y queda amortizado, prácticamente, con el pedido de los 1.000 ejemplares del PIE".

La experiencia aplicada a Cataluña puede ser extrapolable, obviamente, a otros ámbitos regionales y nacionales. En este sentido el Atlas Nacional de España está realizando un prototipo en el grupo de Biogeografía, Flora y Fauna. Se insistió, por último, en la conveniencia docente de contemplar la conexión con bancos de datos supra-regionales-nacionales y evitar así una formación académica excesivamente restringida a un ámbito geográfico cerrado. En este sentido J. Massó expuso la conexión que el Atlas de Catalunya tiene con otros como el de Midi-Pyrenées y Languedoc-Roussillon, haciendo posible así la percepción del entorno real estudiado dentro de una Europa sin fronteras.

### Atlas de Bizkaya

Al profesor Aguirre se le preguntó sobre la posibilidad apuntada de incorporar nuevos datos y así actualizar rápidamente la cartografía. En principio los datos quedan instalados en una hoja de cálculo,

pero no es posible desde el propio programa generar nuevos mapas, cambiando los datos. El Atlas está apoyado en un programa que visualiza capturas de pantalla producidas en otros sistemas capaces de correlacionar el dato numérico con un espacio. Un atlas electrónico no es un Sistema de Información Geográfica; éste es el que genera los mapas, aquél es el que los presenta organizados a tenor de unos objetivos. El debate continuó argumentándose sobre las posibilidades reales de incorporar a los mismos Atlas electrónicos los sistemas pertinentes para activar la elaboración cartográfica a partir de los nuevos datos que interesen.

### **Ejemplos de cartografía dinámica animada**

La cuestión fundamental planteada a propósito de la presentación de tres ejemplos de cartografía dinámica animada fue, precisamente, el tema susceptible de animación. Se consideró muy útil la técnica, pero debería extremarse el cuidado en la elección de los contenidos tratados; en este sentido se señaló, por ejemplo, la incoherencia de llevar a cabo una interpolación entre dos datos referentes a temperaturas medias mensuales sucesivas y la mayor adecuación, sin embargo, a temas de movilidad espacial, como el avance de tropas o la translación de placas continentales.